



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior.**  
**Instituto Nacional da Propriedade Industrial**  
**Diretoria de Patentes**


---

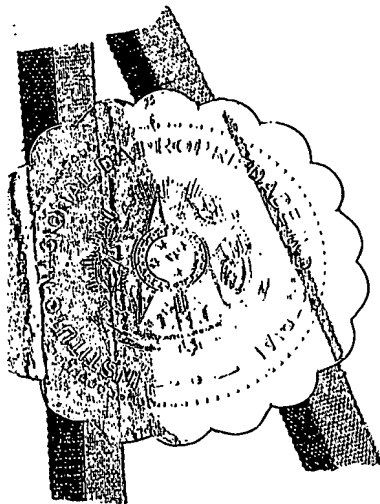
**CÓPIA OFICIAL**

**PARA EFEITO DE REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE**

O documento anexo é a cópia fiel de um  
Pedido de Patente de Invenção.  
Regularmente depositado no Instituto  
Nacional da Propriedade Industrial, sob  
Número PI 0400231-8 de 13/01/2004.

Rio de Janeiro, 17 de Fevereiro de 2005.

  
**Oscar Paulo Bueno**  
Chefe do Nucad  
Mat: 0449117



**BEST AVAILABLE COPY**

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL

Protocolo 1438 000144

DEPÓSITO DE PATENTES

Número (21)

DEPÓSITO

Pedido de Patente ou de  
Certificado de Adição



PI0400231-8

depósito / /

Deposito de Patente ou de Certificado de Adição e data de depósito

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:

O requerente solicita a concessão de uma patente na natureza e nas condições abaixo indicadas:

1. Depositante (71):

1.1 Nome: FIBERWORK COMUNICAÇÕES OPTICAS LTDA ME

1.2 Qualificação:

1.3 CNPJ/CPF 03.254.681/0001-02

1.4 Endereço completo: Rua Alfredo da Costa Figo, n.o 280 Jd Santa Candida Campinas  
SP 13088-040 BR

1.5 Telefone: 19-3296.0583

FAX: 19-3296.4591

☐ continua em folha anexa

2. Natureza:

☒ 2.1 Invenção

☐ 2.1.1 Certificado de Adição

☐ 2.2 Modelo de Utilidade

Escreva, obrigatoriamente e por extenso, a Natureza desejada: Invenção

3. Título da Invenção, do Modelo de Utilidade ou do Certificado de Adição (54):

MEDIDOR DE PARÂMETROS ÓTICOS E MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓTICOS DE DISPOSITIVO ÓTICOS MULTI-PORTAS

☐ continua em folha anexa

4. Pedido de Divisão do pedido n°.

, de / /

5. Prioridade Interna - O depositante reivindica a seguinte prioridade:

Nº de depósito

Data de Depósito / /

(66)

6. Prioridade - O depositante reivindica a(s) seguinte(s) prioridade(s):

País ou organização de origem	Número do depósito	Data do depósito
		/ /
		/ /
		/ /

☐ continua em folha anexa

*[Handwritten signature]*

**7. Inventor (72):**

( ) Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) nome(s)  
(art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)

7.1 Nome: ELSON LUIZ RIGON

7.2 Qualificação: FÍSICO

7.3 Endereço: ESTRADA DA RHODIA, N.º 5555 PRIMAVERA 31 BARÃO GERALDO CAMPI  
NAS SP BR

7.4 CEP: 13085-850

7.5 Telefone 19-3287.5501

☒ continua em folha anexa

**8. Declaração na forma do item 3.2 do Ato Normativo nº 127/97:**

☐ em anexo

**9. Declaração de divulgação anterior não prejudicial (Período de graça):**

(art. 12 da LPI e item 2 do ato Normativo nº 127/97:

☐ em anexo

**10. Procurador (74):**

10.1 Nome e CPF/CGC: NAELCIM ASSESSORIA, ENG. E COM. LTDA

00.170.013/0001-09

10.2 Endereço Rua LEOPOLDO AMARAL, 499 CAMPINAS SP

10.3 CEP: 13042-210

10.4 Telefone (19) 3279.0600

**11. Documentos anexados (assinale e indique também o número de folhas):**  
(Deverá ser indicado o nº total de somente uma das vias de cada documento)

<input checked="" type="checkbox"/>	11.1 Guia de recolhimento	1 fls.	<input checked="" type="checkbox"/>	11.5 Relatório descritivo	19 fls.
<input checked="" type="checkbox"/>	11.2 Procuração	1 fls.	<input checked="" type="checkbox"/>	11.6 Reivindicações	4 fls.
<input type="checkbox"/>	11.3 Documentos de prioridade	0 fls.	<input checked="" type="checkbox"/>	11.7 Desenhos	8 fls.
<input type="checkbox"/>	11.4 Doc. de contrato de trabalho	0 fls.	<input checked="" type="checkbox"/>	11.8 Resumo	1 fls.
<input checked="" type="checkbox"/>	11.9 Outros (especificar):	Alteração Contratual e CNPJ			5 fls.
<input type="checkbox"/>	11.10 Total de folhas anexadas:				39 fls.

**12. Declaro, sob penas da Lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras**

CAMPINAS 13/01/2004

Local e Data

NAELCIM ASSESSORIA, ENG. E COM. LTDA

00.170.013/0001-09 694

Assinatura e Carimbo

ANEXO DE INVENTORES

Título: MEDIDOR DE PARÂMETROS ÓTICOS E MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE

Página : 1

---

Nome: NELSON KIYOSHI SASAKI

Qualificação: ENGENHEIRO ELÉTRICO

Endereço: RUA BERNARDINO DE CAMPOS, N.O 515 - APTO 74 CENTRO CAMPINAS SP BR

Cep: 13010-151 Telefone: 19-3296.0583

Nac: BRASILEIRA

Dt. Nasc.: / /

Cpf: 816.821.821-34

---

Nome: RAFAEL FARAONE RANDO

Qualificação: ENGENHEIRO TELECOMUNICAÇÕES

Endereço: RUA GUERINO GOBBO, N.O 625 JD GLÓRIA AMERICANA SP BR

Cep: 13468-250 Telefone: 19-3461.6009

Nac: BRASILEIRA

Dt. Nasc.: / /

Cpf: 265.468.008-88

---

Nome: SÉRGIO BARCELOS

Qualificação: ENGENHEIRO ELÉTRICO, MOD. ELETRÔNICO

Endereço: Rua Alfredo da Costa Figo, n.o 280 JD SANTA CANDIDA CAMPINAS SP BR

Cep: 13087-534 Telefone: 19-3296.0583

Nac: BRASILEIRA

Dt. Nasc.: / /

Cpf: 449.501.526-53

---



MEDIDOR DE PARÂMETROS ÓPTICOS E MÉTODO DE  
CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓPTICOS DE  
DISPOSITIVOS ÓPTICOS MULTI-PORTAS

*Campo da Invenção*

5        Refere-se a presente invenção à medição interferométrica de parâmetros de dispositivos ópticos incluindo a determinação dos parâmetros "S" em dispositivos ópticos com uma ou mais portas, em transmissão e/ou reflexão.

10        Parâmetros "S" são conceitos muito utilizados no estudo de microondas, os quais facilitam a análise da transferência de sinais entre as portas de um dispositivo multi-portas e que, por essa razão, justificam também sua aplicação em dispositivos ópticos. Entretanto, embora o conceito seja semelhante, os parâmetros "S" ópticos diferem substancialmente dos parâmetros "S" de microondas pois precisam

15        incorporar as características de resposta de polarização da luz que atravessa o DUT (*Device Under Test* – Dispositivo sob teste). No caso de parâmetros "S" de microondas, cada " $S_{xy}$ " é um número complexo e representa a característica de transmissão e/ou reflexão da porta Y para a porta X do DUT. No caso de parâmetros "S" ópticos, cada " $S_{xy}$ "

20        é representado utilizando o formalismo de Jones (matriz de Jones) e/ou o formalismo de Müller (matriz de Müller). A partir de cada " $S_{xy}$ " é possível derivar todas as características ópticas usualmente utilizadas na caracterização de dispositivos fotônicos, tais como: largura de banda passante, fase, tempo de atraso, dispersão

25        cromática, dispersão de 2ª ordem, refletância, coeficiente de reflexão, transmitância da porta "y" para a porta "x" e vice-versa, coeficiente de transmissão da porta "y" para a porta "x" e vice-versa, perda de inserção, perda dependente de polarização, dispersão do modo de polarização (DGD/PMD), DGD de 2ª ordem, etc.

30        *Descrição do Estado da Técnica*

Componentes ópticos passivos têm sido cada vez mais

importantes em sistemas WDM (Wavelength Division Multiplexing), sistemas ópticos de alta capacidade, sistemas de comunicação totalmente ópticos, compensação de dispersão, sensoramento a fibra e outras tecnologias. Nos últimos vinte anos, um vasto esforço de  
5 pesquisa tem sido devotado ao desenvolvimento de dispositivos ópticos equivalentes aos componentes eletrônicos, visando o desenvolvimento de redes de comunicação totalmente ópticas e da fotônica em geral.

Para que se possa utilizar plenamente o potencial destes  
10 dispositivos, faz-se necessária a medição precisa e acurada de suas características ópticas, tais como: largura de banda passante, fase, tempo de atraso, dispersão, refletância, transmitância, perda de inserção, perda dependente de polarização, dispersão do modo de polarização etc.. As características ópticas do DUT são definidas para  
15 comprimentos de onda específicos. Para levantar estes dados dentro de uma faixa de comprimentos de onda, como é normalmente o caso, o processo de caracterização é repetido para uma seqüência finita de comprimentos de onda. Diversos equipamentos, sistemas e métodos têm sido propostos com esta finalidade.

20 Uma técnica muito conhecida e utilizada é a chamada técnica "RF Phase Shift". Tal método de caracterização de dispositivos ópticos exige um conjunto de equipamentos caros e acarreta um compromisso entre precisão e resolução de comprimento de onda. Atualmente, soluções utilizando técnicas interferométricas têm se  
25 tornado mais eficientes, mais precisas e mais baratas.

Um sistema conhecido, utilizando técnica óptica interferométrica, está descrito no documento EP 1182805. Nesta topologia, um gerador laser é varrido em comprimento de onda com uma velocidade de varredura constante, sendo seu sinal dividido em  
30 dois braços, de comprimentos necessariamente diferentes, sendo o DUT inserido num deles. Os sinais que atravessaram o braço "conhecido" (ou de referência) e o braço com o DUT (*Device Under*

Test - Dispositivo Sob Teste) são misturados num detector, originando-se um sinal elétrico proveniente do batimento de sinais ópticos deslocados em frequência, deslocamento este causado pelo atraso de propagação entre os diferentes percursos. O sinal heterodino (ou quase-homodino) resultante, com frequência de KHz a MHz, é então encaminhado a um sistema de processamento de sinais para determinação das características ópticas do dispositivo. Desta forma, consegue-se transladar as informações das características ópticas do DUT do domínio óptico para o elétrico. Assim, por exemplo, o coeficiente de transmissão em função do comprimento de onda instantâneo é dado pela amplitude instantânea do sinal elétrico heterodino. Uma enorme desvantagem desta técnica, denominada SWI (Swept Wavelength Interferometry), é trabalhar apenas com lasers do tipo "swept", ou seja, de varredura contínua em comprimento de onda. Outro ponto fraco é o de amplificar o ruído de  $\lambda$  (comprimento de onda) proveniente do laser, por exigir um interferômetro óptico com descasamento entre seus braços.

#### Objetivos da Invenção

Em vista do exposto constitui um primeiro objetivo da invenção o provimento de um sistema que permita caracterizar totalmente dispositivos ópticos passivos multi-portas de forma rápida e precisa, podendo operar nos modos de varredura contínua (swept) ou varredura por passo (stepped) da fonte de laser sintonizável.

Constitui outro objetivo prover um sistema que proporcione grande precisão nas medições de coeficiente de transmissão, coeficiente de reflexão, transmitância, refletância, perda intrínseca, banda passante, fase, tempo de atraso, dispersão cromática, dispersão de 2ª ordem, atraso de grupo diferencial (DGD)/dispersão do modo de polarização (PMD), DGD de 2ª ordem, perda dependente de polarização de dispositivos ópticos, bem como prover alta resolução de comprimento de onda.

Constitui mais outro objetivo prover um sistema em que o efeito das vibrações mecânicas seja minimizado.

Constitui outro objetivo adicional prover um sistema em que o efeito das variações de temperatura ambiental seja minimizado.

5        Constitui mais outro objetivo adicional prover um sistema e um método que proporcione a determinação simultânea de todas as características ópticas listadas acima e em todos os sentidos de propagação de um DUT multi-portas, em uma única varredura de comprimento de onda do laser sintonizável.

#### 10      Descrição Resumida da Invenção

Os objetivos acima são atingidos mediante o emprego de uma topologia óptica interferométrica na qual tanto os sinais de teste (ou do DUT) como os de referência percorrem percursos aproximadamente iguais, sem necessidade de descasamento de comprimento dos braços do interferômetro.

De acordo com outra característica da invenção, o sinal óptico de pelo menos um dos braços do interferômetro é modulado na sua fase e/ou em frequência.

De acordo com outra característica da invenção, o dispositivo  
20      modulador óptico de fase ou frequência pode ser construído por quaisquer tecnologias de modulação ópticas conhecidas.

De acordo com outra característica da invenção, os braços ópticos do interferômetro podem ser construídos utilizando diferentes meios físicos para propagação e condução do sinal luminoso, tais  
25      como: fibras ópticas, guias ópticos planares, espaço livre (FSO) etc..

#### Descrição das Figuras

As vantagens e características da invenção serão mais facilmente entendidas através da descrição de algumas formas de concretização da invenção ilustrando as topologias utilizadas nos  
30      diversos tipos de medição bem como os princípios de funcionamento



do sistema e das figuras que a elas se referem, nas quais:

A figura 1 mostra a topologia utilizada na medição dos parâmetros referentes à reflexão de um componente passivo com uma única porta, de acordo com os princípios da invenção.

5 A figura 2 mostra a topologia utilizada na medição dos parâmetros referentes à transmissão de um componente passivo com duas portas, de acordo com os princípios da invenção.

10 A figura 3a ilustra uma topologia empregada para caracterização de uma das portas de um DUT de duas portas, simultaneamente em transmissão e reflexão.

As figuras 3b e 3c repetem a figura anterior de forma a analisar os interferômetros individuais superpostos.

15 A figura 4 mostra uma topologia utilizada na caracterização simultânea de ambas as portas, simultaneamente também em transmissão e reflexão, de um dispositivo DUT de duas portas.

As figuras 5 a 8 ilustram os trajetos dos sinais ópticos na caracterização dos parâmetros "S" ópticos, utilizando a topologia da figura anterior.

20 A figura 9 ilustra, através de diagrama em blocos, o princípio de funcionamento do sistema de imunização quanto à vibrações e variações térmicas.

A figura 10 ilustra a topologia empregada para imunização de vibrações e variações térmicas, sendo aplicada na topologia óptica da figura 2.

25 A figura 11 ilustra a topologia utilizada para medição das características de polarização simultaneamente em transmissão e reflexão de um DUT de 2 portas.

#### **Descrição Detalhada da Invenção**

30 A invenção será agora detalhada através de exemplos específicos, referentes a algumas aplicações típicas, iniciando-se pela topologia utilizada na caracterização dos parâmetros referentes à

reflexão de um DUT. A Fig. 1 ilustra a disposição dos elementos empregados no teste, a saber:

- 5        - uma fonte de sinal 11 compreendendo um laser sintonizável (TLS - *Tunable Laser Source*), que é comandado pelo sistema de controle 30;
- um acoplador óptico 14;
- um dispositivo sob teste 17 (DUT);
- um modulador óptico 21;
- 10       - um gerador do sinal modulante 22;
- um espelho em fibra óptica 24;
- sistema de detecção óptica 26
- sistema eletrônico de aquisição de dados 27

O sistema ilustrado na Fig. 1, cuja parte óptica forma um interferômetro de Michelson em fibra, opera do seguinte modo: de acordo com um comando do sistema de controle 30, que gerencia o andamento do processo de caracterização óptica, o TLS 11 gera um sinal óptico 12. Este sinal é encaminhado pela fibra óptica 13 ao acoplador óptico 14, onde se divide em dois sinais 12' e 12'' que são respectivamente encaminhados, através das fibra ópticas 15 e 20, ao DUT 17 e ao modulador óptico 21. Ao atingir o referido DUT, o sinal 12' poderá ser transmitido ou refletido, dependendo do seu comprimento de onda e das características ópticas específicas do DUT. A saída 10 é construída de forma para não apresentar nenhuma reflexão do sinal transmitido, o qual se perde nesta saída. Já o sinal refletido 18 retorna pela fibra óptica 15 ao acoplador 14, onde se divide: uma parte retorna pela fibra óptica 13 e a outra parte 18', vai para a fibra óptica 19. Por sua vez, o sinal 12'' passa pelo modulador 21, onde é modulado em fase ou frequência pelo sinal modulante 23 proveniente do gerador de sinais 22. O sinal óptico modulado 25 é refletido pelo espelho 24 e passa novamente pelo modulador 21, retornando à fibra óptica 20 e indo para o acoplador 14, onde se divide. A porção 25' deste sinal modulado vai para a fibra óptica 19,

que também conduz o sinal 18' para o sistema de detecção óptica 26.

O sistema de detecção óptica 26 produz o batimento entre os dois sinais 18' e 25', transladando informações do domínio óptico para o domínio elétrico, dando como resultado, além dos sinais  
5 originais, os produtos do batimento, em especial o sinal diferença. Este último é um sinal elétrico cujo espectro contém componentes de frequência cujas amplitudes e fases dependem do sinal modulante 23 e das características ópticas do DUT. A circuitaria de aquisição de dados 27 extrai do sinal elétrico as informações características do  
10 DUT. Este processo de extração das informações contidas no sinal elétrico pode ser realizado usando diferentes técnicas, tais como filtragem e detecção direta, Lock-in, FFT (Fast Fourier Transformation) etc, as quais podem ser implementadas de maneira analógica (processamento analógico de sinais), digital (processamento  
15 digital de sinais) e/ou através de softwares. A informação de amplitude extraída do sinal elétrico é proporcional à característica conhecida como coeficiente de reflexão do DUT 17. A partir desta informação de amplitude é possível extrair várias informações do DUT, tais como: refletância, perda de inserção, banda passante etc.. A  
20 informação de fase extraída do sinal elétrico diz respeito ao desvio de fase introduzido pelo DUT no sinal refletido, dito desvio de fase permitindo obter outras informações do DUT, tais como: atraso de grupo, dispersão cromática etc..

Além de registrar os dados relativos ao coeficiente de reflexão e  
25 desvio de fase do DUT, o sistema de controle comanda o processo, selecionando a sucessão dos comprimentos de onda, os quais devem estar próximos entre si a fim de proporcionar uma resolução de comprimento de onda adequada na determinação das características do DUT.

30 Conforme já mencionado, a modulação em fase ou frequência ópticas utiliza qualquer técnica de modulação conhecida tal como, por exemplo, aqueles que compreendem a mudança do coeficiente de

refração de um elemento óptico, a mudança do comprimento de propagação, efeitos electro-ópticos diversos etc.. Dentre estas, uma forma que pode ser exemplificada emprega um cilindro de cerâmica piezoelétrica sobre o qual é enrolada a fibra óptica, sem folga. Ao se aplicar o sinal modulante ao dito cilindro, suas dimensões alteram-se de acordo com dito sinal modulante, tensionando a fibra óptica enrolada sobre ele, resultando na alteração tanto de seu comprimento físico como do seu índice de refração, de modo a produzir a modulação na fase do sinal óptico que propaga pela fibra.

10 O modulador 21 não precisa necessariamente ser localizado no braço de referência do interferômetro. Ele pode alternativamente ser localizado no braço onde se situa o DUT ou em ambos os braços.

O sistema não se limita ao uso de uma única forma de sinal modulante, podendo ser usado diversos tipos de sinais, tais como onda quadrada, dente de serra, triangular, senoidal, ondas lineares por partes etc..

20 Uma das vantagens da invenção reside no fato de permitir que o sistema possa trabalhar com fontes de Laser com varredura contínua e também por passo (Lasers "Swept" e "Stepped") do comprimento de onda.

A Fig. 2 ilustra a topologia utilizada na medição das características de um DUT 17 em transmissão. Por motivo de clareza, foram omitidas nesta figura as linhas 31 que representam o sistema de controle sobre os diversos componentes do sistema, a saber, o laser 11, a circuitaria eletrônica de aquisição 27, subentendendo-se a existência deste controle de igual modo que na topologia anterior.

30 Na topologia da Fig. 2, cuja parte óptica forma um interferômetro de Mach-Zehnder em fibra, o sinal 12 gerado pelo laser 11 é encaminhado pela fibra óptica 13 ao acoplador 14, onde se divide nos sinais 12' e 12". O primeiro destes é transmitido pela fibra óptica 15 para o DUT 17, onde pode ser refletido, espalhado e/ou absorvido ou, ainda, transmitido gerando o sinal 12"', dependendo das

características ópticas específicas do DUT. O sinal 12" é encaminhado ao modulador 21, onde é modulado pelo sinal modulante gerado pelo gerador de sinais 22, resultando no sinal modulado em fase ou frequência 25, que é encaminhado pela fibra óptica 33 a um segundo acoplador 34, onde é somado ao sinal 12''' proveniente da transmissão através do DUT 17. Parte destes sinais somados, 25' e 12''', é encaminhada ao sistema de detecção óptica 37, onde ocorre o batimento entre ambos. Assim como na topologia da Fig.1, o sinal diferença é introduzido numa das entradas do circuito de aquisição 27, o qual recebe em sua outra entrada o sinal de referência da modulação, que será utilizada para determinar as características de transmissão do DUT 17. Os itens 10 e 10' são terminações que não apresentam reflexões.

A Fig. 3a ilustra uma das topologias que podem ser empregadas para caracterização de uma das portas do DUT em transmissão e em reflexão simultaneamente. O sinal 12 do laser 11 é introduzido no acoplador óptico 14, que o divide em duas componentes 12' e 12" encaminhadas, respectivamente, ao DUT 17 e ao modulador 21, onde ocorre a modulação em fase ou frequência pelo sinal modulante gerado pelo gerador de sinais 22. Este sinal óptico modulado 25 é encaminhado ao acoplador óptico 44, onde se divide em duas componentes 25' e 25'', a primeira sendo transmitida para o acoplador óptico 16 onde é somada ao sinal 12''' transmitido através do referido DUT. O dito sinal soma é detectado pelo sistema de detecção óptica 43 onde ocorre o batimento que produz diversos sinais, que são encaminhados à primeira entrada da circuitaria de aquisição 47, compreendendo-se entre estes o sinal diferença (25' - 12'''). Este último sinal é composto por diversas raias de frequências que contêm as informações de amplitude e fase de transmissão do DUT para um dado comprimento de onda. Na segunda entrada da circuitaria de aquisição 47 é introduzido o sinal modulante proveniente de 22 que servirá como referência de fase e amplitude

para o circuito. Na saída deste, obtêm-se as informações de amplitude e fase que caracterizam o parâmetro referente à transmissão  $S_{21}$  (transmissão da porta 1 para a porta 2) do DUT.

5 A segunda componente 25" do sinal modulado é refletida pelo espelho 45 e percorre o caminho de retorno através do acoplador 44, modulador 21 e acoplador 14, sendo que neste último é somada com uma parcela do sinal 18 refletido pelo DUT. Estes sinais são encaminhados ao sistema de detecção óptica 42 cuja saída fornece, entre outros, o sinal diferença ( $25'''' - 18'$ ) que são introduzidos nas  
10 entradas do circuito de aquisição 27 cuja saída fornece as informações de amplitude e fase do sinal refletido, proporcionando a caracterização do parâmetro referente à reflexão do DUT ( $S_{11}$ ).

O arranjo ilustrado na Fig.3a pode ser interpretado como sendo equivalente à superposição de dois interferômetros ópticos, que  
15 podem ser melhor visualizados nas figuras 3b e 3c. Na primeira, a parte óptica forma um interferômetro de Michelson em fibra, composto pelos segmentos de fibra óptica 13, 15, 19, 20, 32 e 34 e, ainda, pelo espelho 45, acopladores 14 e 44 e modulador óptico 21. A figura 3c mostra que os elementos ópticos utilizados na medição das  
20 características de transmissão do DUT formam um interferômetro de Mach-Zehnder em fibra, compreendendo os segmentos de fibras ópticas 13, 15, 20, 32, 33, 41, 36 bem como os acopladores 14, 44, 16 e o modulador óptico 21. Verifica-se que, dentre os elementos enumerados, diversos deles fazem parte de ambos os referidos  
25 interferômetros. Tal é o caso dos segmentos de fibras ópticas 13, 15, 20 e 32, bem como os acopladores 14 e 44 e modulador eletro óptico 21. Esta superposição - que visa a medição simultânea em reflexão e transmissão do DUT - é possibilitada pelo uso da modulação óptica em fase ou frequência, a qual apresenta, além desta, outras  
30 vantagens, tais como: (a) tornar a operação dos ditos interferômetros independente dos comprimentos físicos dos seus braços (b) tornar o sistema compatível com quaisquer tipos de varredura em

comprimento de onda, sejam elas do tipo contínua ou por passo (c) etc..

Para caracterização dos dois outros parâmetros  $S_{12}$  e  $S_{22}$  com a topologia da Fig.3, torna-se necessário inverter a posição do DUT.

- 5 Para caracterização simultânea de ambas as portas de um dispositivo DUT de duas portas, simultaneamente também em transmissão e recepção, deve-se utilizar a topologia ilustrada na Fig. 4. Esta caracterização simultânea refere-se à determinação dos parâmetros referentes à transmissão e reflexão do DUT de 2 portas em todos os
- 10 sentidos (isto é,  $S_{11}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$  e  $S_{12}$ ), realizada numa única varredura de comprimento de onda. Nesta topologia, são utilizadas dois sinais modulantes diferentes, com frequências  $\omega_{m1}$  e  $\omega_{m2}$ , gerados pelo gerador 49, as quais não podem ser múltiplas a fim de não haver coincidência de harmônicos. Nesta figura, os circuitos eletrônicos que
- 15 realizam o tratamento dos sinais detectados pelo sistema de detecção 42 e 43 encontram-se agrupados nos blocos 50 e 50', responsáveis pela aquisição dos parâmetros " $S_{11}$  e  $S_{12}$ " e " $S_{22}$  e  $S_{21}$ ", respectivamente.

- 20 A Fig.5 esquematiza o trajeto dos sinais ópticos utilizados na caracterização dos parâmetros referentes à reflexão da porta 1 ( $S_{11}$ ). Nesta medição, o sinal gerado pelo laser é dividido pelo acoplador 14 em dois componentes, dos quais o primeiro é encaminhado, através da fibra óptica 15 e acoplador 54, ao modulador 21 onde é modulado em fase ou frequência pelo sinal modulante com frequência  $\omega_{m1}$  e daí
- 25 à porta P1 do DUT 17. O segundo componente percorre a fibra óptica 20 até o acoplador 52, que envia parte deste componente pela fibra 53 ao acoplador 54, onde é somado ao sinal refletido pelo DUT que retornou via modulador 21. Estes sinais somados transitam pela fibra óptica 55 até o sistema de detecção óptica 42, sendo o sinal elétrico
- 30 resultante dessa detecção é processado pelo bloco 50, que incorpora a circuitaria de aquisição fornecendo os dados para caracterização do

parâmetro  $S_{11}$ .

A Fig.6 esquematiza o trajeto dos sinais ópticos para a caracterização de  $S_{21}$ . Neste caso, o primeiro componente do sinal produzido pelo laser é encaminhado pela fibra óptica 15 até o acoplador 54, onde se divide: parte deste sinal vai para o modulador em fase ou frequência 21, onde é modulado pelo sinal modulante com frequência  $\omega_{m1}$  e atravessa a seguir o DUT 17, no sentido da porta P1 para a porta P2, bem como o modulador 51 onde é modulado pelo sinal modulante com frequência  $\omega_{m2}$ , sendo encaminhado ao acoplador 52, onde é somado ao sinal não modulado trazido pela fibra óptica 53. A detecção, pelo sistema de detecção óptica 43, dos sinais somados produz o sinal diferença que será tratado pela eletrônica 50', possibilitando assim a determinação do parâmetro  $S_{21}$  associado à transmitância do DUT 17, no sentido da porta P1 para a porta P2.

O esquema do trajeto dos sinais utilizados na caracterização dos parâmetros referentes à reflexão na porta 2 ( $S_{22}$ ) está ilustrado na Fig.7. Nesta medição, o sinal gerado pelo laser é dividido pelo acoplador 14 em dois componentes, o segundo dos quais sendo encaminhado, através da fibra óptica 20 e acoplador 52, ao modulador 51 onde é modulado em fase ou frequência pelo sinal modulante com frequência  $\omega_{m2}$  e daí à porta P2 do DUT 17. O primeiro componente sai do acoplador 14, percorre a fibra óptica 15 até o acoplador 54, que envia parte deste componente pela fibra 53 ao acoplador 52, onde é somado ao sinal refletido pelo DUT que retornou via modulador 51. Estes sinais somados transitam pela fibra óptica 56 até o sistema de detecção óptica 43, sendo o sinal elétrico resultante dessa detecção processado pelo bloco 50' que fornece os dados para caracterização do parâmetro  $S_{22}$ .

A Fig.8 esquematiza o trajeto dos sinais ópticos para a caracterização de  $S_{12}$ . Neste caso, o segundo componente do sinal produzido pelo laser é encaminhado pela fibra óptica 20 até o



acoplador 52, onde se divide. Uma parte deste sinal vai para o modulador em fase ou frequência 51, onde é modulado pelo sinal modulante com frequência  $\omega_{m2}$ , atravessando a seguir o DUT 17, no sentido da porta P2 para a porta P1, bem como o modulador 21 onde  
 5 é modulado pelo sinal modulante com frequência  $\omega_{m1}$ , daí sendo encaminhado ao acoplador 54, onde é somado ao sinal não modulado trazido pela fibra óptica 53. A detecção dos sinais somados pelo sistema de detecção óptica 42 produz o sinal diferença que será tratado pelo bloco 50, possibilitando assim a determinação do  
 10 parâmetro  $S_{12}$  associado à transmitância do DUT 17, no sentido da porta 2 para a porta 1.

Assim como ocorre na topologia da Fig.3, a Fig.4 equivale à superposição de diversos interferômetros ópticos, que compartilham os mesmos trechos de fibras ópticas. Assim, nas figuras 5 e 7, ambos  
 15 os interferômetros possuem em comum o anel formado pelos trechos de fibras ópticas 15, 20 e 53, além dos acopladores 14, 52 e 54. Nas topologias das figuras 6 e 8, os interferômetros compartilham os trechos de fibras ópticas 53, bem como o trajeto que vai do acoplador 54, passando pelo modulador 21, o DUT 17 e o modulador 51 até o  
 20 acoplador 52.

A topologia da Fig.4 utiliza apenas dois sistemas de detecção óptica - 42 e 43 - cada um dos quais recebe os sinais referentes a dois parâmetros: os sinais que permitem a determinação dos parâmetros  $S_{11}$  e  $S_{12}$  são recebidos simultaneamente pelo sistema 42,  
 25 e aqueles referentes aos parâmetros  $S_{21}$  e  $S_{22}$  são recebidos simultaneamente pelo sistema de detecção óptica 43. A discriminação entre sinais que chegam ao mesmo sistema de detecção é possibilitada pelas diferentes modulações aplicadas a estes sinais. Assim, o sinal utilizado para determinação de  $S_{11}$  é modulado pela  
 30 frequência  $\omega_{m1}$  (conforme se observa na Fig.5), enquanto o sinal que permite a determinação de  $S_{12}$  é modulado pelas frequências  $\omega_{m2}$  e

$w_{m1}$  (conforme se observa na Fig.8). De forma mais geral, as circuitarias eletrônicas de aquisição selecionam informações nas frequências de interesse, permitindo assim discriminar os diferentes parâmetros  $S_{xy}$ , mesmo quando recebidos em um mesmo sistema de detecção óptica, uma vez que estas informações se encontram individualizadas pelos sinais modulantes.

Esta mesma técnica pode ser estendida de forma a possibilitar a captação de todos os parâmetros "S" ópticos simultaneamente em um sistema de recepção óptica único, utilizando para isso acopladores ópticos e moduladores ópticos adicionais afim de discriminar cada parâmetro "S" individual.

De acordo com os princípios da invenção, as medições das características dos DUT's são realizadas por meio de interferometria óptica, na qual a luz se propaga por dois caminhos ou braços e depois se recombina. Os resultados destas medições são influenciados pelas variações ocorridas nestes caminhos, tais como, por exemplo, o índice de refração da fibra, a distância física percorrida pela luz etc.. Variações térmicas e vibrações mecânicas podem fazer com que a fibra óptica se dilate ou tenha seu índice de refração modificado, afetando diferentemente os dois braços do interferômetro e, conseqüentemente, introduzindo variações prejudiciais no sinal de saída do interferômetro.

Tal mudança nas propriedades dos caminhos ópticos é neutralizada pela invenção por meio de um controle ativo das mudanças no sistema óptico, que compensa os erros devidos à variação térmica e/ou vibrações mecânicas. O recurso utilizado consiste em duplicar virtualmente o interferômetro, fazendo-o operar em dois comprimentos de onda distintos. Um primeiro comprimento de onda é utilizado para caracterizar o DUT. O segundo comprimento de onda permite avaliar as variações que estiverem ocorrendo no interferômetro devido à variação de temperatura e/ou vibrações mecânicas, e assim, realimentar no sistema com um sinal de correção

que é aplicado ao interferômetro usado para caracterizar o DUT.

O diagrama em blocos que ilustra o princípio de funcionamento da compensação de temperatura encontra-se na Fig.9. Conforme ilustrado, são utilizadas duas fontes de luz laser, a primeira 81 gerando o sinal em comprimento de onda variável  $\lambda_s$  para teste do DUT, e a segunda 82 gerando um sinal de comprimento de onda fixo  $\lambda_t$  para o sistema de controle e compensação de vibrações e temperatura. Ambos os sinais são introduzidos no interferômetro 83. Na saída do interferômetro tem-se dois sistemas de detecção óptica, sendo o primeiro, 84, o sistema de detecção óptica para caracterização do DUT e o segundo, 85, para o sinal de monitoramento  $\lambda_t$ . Este segundo sistema de detecção óptica alimenta um bloco comparador e gerador de sinal de erro 86. O sinal de erro então realimenta negativamente o interferômetro através dos moduladores ópticos. Desta forma, caso haja uma variação no sistema produzida pela variação térmica, esta será compensada pelo elo de realimentação 87, e não afetará o resultado das medidas.

A Fig.10 ilustra o sistema de compensação de temperatura de forma mais detalhada. Neste diagrama, são utilizados dois geradores laser, o primeiro 11 produzindo o sinal óptico de teste (comprimento de onda variável) e o segundo 11' produzindo o sinal óptico de controle e compensação (comprimento de onda fixo  $\lambda_t$ , fora da faixa do sinal de teste). Estes sinais são somados no acoplador 14, e o sinal-soma sendo dividido em dois componentes que são transmitidos pelas fibras ópticas 15 e 20. O sinal 41 que percorreu o DUT é novamente dividido pelo acoplador 34 e chega através das fibras 35 e 36 aos dois sistemas de recepção óptica 37 e 38. O sinal 12'' passa pelo modulador 21 e também é dividido pelo acoplador 34 e segue pelas fibras 35 e 36 para os sistemas de recepção óptica 37 e 38. O sistema de recepção óptica 38 têm um filtro seletivo 39 no comprimento de onda de controle  $\lambda_t$ , portanto o sinal fotodetectado por 38 apresenta

somente a resposta ao comprimento de onda de compensação. O sinal elétrico gerado por 38 é encaminhado ao bloco 27 compreendendo circuitaria eletrônica similar àquela usada no tratamento dos sinais de medida. Como os caminhos ópticos são fixos para  $\lambda_t$  e a fonte de luz para controle também opera num comprimento de onda fixo, espera-se que não haja mudança de fase no sinal fotodetectado. Caso haja alguma mudança de fase, esta terá sido causada por perturbações térmicas ou mecânicas, e poderão ser compensadas nos moduladores. Como a resposta do sistema óptico é quase idêntica para os comprimentos de onda de controle  $\lambda_t$  e de medida, a compensação também ocorre na faixa de comprimentos de onda de teste do dispositivo. Assim, o conjunto compreendido pelo interferômetro óptico, circuitaria de aquisição associados aos sistemas de detecção óptica 38 permitem obter o sinal de erro que será realimentado negativamente ao interferômetro por meio de modulação na fase óptica de um dos seus braços usando os moduladores existentes. Por outro lado, os elementos associados aos sistemas de detecção óptica 37, o filtro seletivo 39' para comprimentos de onda de teste, com a circuitaria de aquisição 27' operam na caracterização do DUT conforme já detalhado anteriormente em conexão com a Fig.2.

A figura 11 mostra a topologia utilizada para determinar as características de polarização do DUT simultaneamente para os dois modos ortogonais de polarizações da luz. O sinal de teste gerado pelo laser sintonizável 11 é dividido pelo acoplador 14 em dois componentes e encaminhados pelas fibras ópticas 110 e 111 aos acopladores 112 e 113 onde são novamente divididos. As sub-componentes derivadas do acoplador 112 são moduladas em fase ou frequência, nos moduladores 114 e 116 por sinais  $\omega_s$  e  $\omega_p$  sendo os sinais modulados tratados pelos dispositivos de controle de polarização (PC - *polarization controller*) 115 e 117, os quais

maximizam as componentes ortogonais de polarização da luz  $s$  e  $p$ , respectivamente. Estes sinais são a seguir somados no combinador de polarização (PBC – *Polarization Beam Combiner*) 118, que garante a ortogonalidade entre ambos e encaminhados ao acoplador 119, onde o dito sinal-soma é dividido em dois componentes, encaminhados através dos acopladores 121 e 122 ao DUT 125. Neste trajeto, cada componente do dito sinal-soma é modulado pelos sinais modulantes  $\omega_1$  e  $\omega_2$ . Parte destas componentes atravessa o DUT 125 e parte é refletida. A seguir, cada uma destas parcelas sofre então uma segunda modulação pelos sinais modulantes  $\omega_1$  ou  $\omega_2$ , conforme o caso. Os sinais resultantes são então desviados pelos acopladores 121 e 122 e encaminhados aos PBS (*Polarization Beam Splitter*) 126 e 127 e daí aos sistemas de detecção óptica 128, 132, 133 e 135 e, a seguir, aos sistemas de processamento e aquisição. As modulações sofridas pelo sinal óptico durante seu trajeto permitem individualizar os diversos componentes em quadratura de polarização, os quais irão permitir a determinação das características de polarização do DUT. Assim, por exemplo, o sinal que chega ao sistema de detecção óptica 128 apresenta-se modulado pelos seguintes sinais, no que se refere à transmissão através do DUT:

- $\omega_s + \omega_2 + \omega_1$
- $\omega_p + \omega_2 + \omega_1$
- $\omega_s - \omega_p + \omega_2 + \omega_1$

No tocante ao sinal refletido, os sinais que chegam ao sistema de detecção óptica 128 estão modulados pelos seguintes sinais:

- $\omega_s + 2 \omega_1$
- $\omega_p + 2 \omega_1$
- $\omega_s - \omega_p + 2 \omega_1$

Estes 6 sinais podem ser separados eletronicamente e podem ser analisados individualmente pelas circuitarias eletrônicas.

A circuitaria eletrônica 129 associada a dito sistema de detecção óptica 128, em conjunto com a circuitaria 131 associada ao dito sistema de detecção óptica 132 formam um receptor com diversidade de polarização, capaz de extrair as informações de amplitude e fase dos componentes e permitir caracterizar os parâmetros  $S_{11}$  e  $S_{12}$  seletivamente em polarização óptica. Os demais sistemas de detecção óptica e circuitarias associadas operam de modo similar, proporcionando a caracterização de todos os parâmetros do DUT, a saber  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{22}$  e  $S_{21}$ , todos seletivamente em polarização.

Algoritmos computacionais dedicados correlacionam as informações colhidas nas circuitarias eletrônicas 129, 131, 134 e 136 e permitem a caracterização completa do DUT em questão, inclusive das características referentes à resposta em polarização do dispositivo, tudo isso feito simultaneamente e numa única varredura de comprimento de onda do Laser Sintonizável.

A técnica de medida descrita anteriormente se refere à caracterização de dispositivos ópticos de 2 portas, gerando assim 4 parâmetros "S" ópticos (dois de reflexão e dois de transmissão). Este conceito é ampliado, sem perda de generalidade, para a caracterização de dispositivos de N portas. Neste caso, exemplificando na versão mais completa (Fig. 11) o conjunto "DUT + moduladores" (123, 124 e 125) é substituído por um DUT de N portas ( $N = 3, 4, 5...$ ) onde em cada porta é inserido um modulador óptico centrado numa frequência distinta e não múltipla das demais frequências de modulação. Todos estes sinais provenientes das diversas portas do DUT são somados por acopladores ópticos até os acopladores 121 e 122, os quais levam as somatórias dos sinais mais a referência ao sistema de detecção óptica, onde ocorre o batimento. Desta forma é gerada no sistema de detecção óptica uma pluralidade de sinais que contém informações de amplitude e fase da combinação de todas as portas do DUT, cada um centrado em uma frequência específica dependendo da modulação.

Se bem que a invenção tenha sido descrita com base em

concretizações exemplificativas, fica entendido que modificações poderão ser introduzidas por técnicos no assunto, permanecendo dentro dos limites do conceito inventivo. De acordo, a invenção se encontra definida pelo conjunto de reivindicações que se segue.

## REIVINDICAÇÕES

1. MEDIDOR DE PARÂMETROS ÓPTICOS destinado a caracterizar dispositivos ópticos passivos compreendendo meios de controle do processo de caracterização, uma ou mais fontes de sinal  
5. óptico de teste (fonte de laser sintonizável), circuitaria óptica contendo fibra óptica e diversos outros componentes ópticos de modo a constituir um arranjo óptico interferométrico, conectores ópticos, interfaces optoeletrônicas, fotodetectores, circuitaria eletrônica analógica, circuitaria eletrônica digital para processamento digital de  
10. sinais e circuitaria eletrônica de aquisição de dados, caracterizado pelo fato de os sinais ópticos de teste e os sinais ópticos de referência percorrerem percursos de comprimentos quaisquer, comprimentos estes que podem ser idênticos ou distintos, sendo o sinal óptico de pelo menos um dos braços do interferômetro modulado na sua fase  
15. e/ou em frequência.
2. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS baseado no conceito de interferometria óptica, utilizando dois caminhos ópticos distintos nos quais são inseridos o dispositivo sob teste (DUT) e um ou mais  
20. moduladores ópticos distintos de fase ou frequência, caracterizado pelo fato de os sinais de ambos os braços serem somados em um mesmo fotodetector, que translada para o domínio elétrico o batimento dos sinais ópticos, os quais contêm as informações das características ópticas do DUT.
25. 3. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de funcionar indiferentemente tanto com varredura contínua como com varredura por passo do comprimento de onda da fonte laser sintonizável.
30. 4. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de ser capaz de realizar a caracterização



interferométrica simultânea em reflexão e transmissão de todas as portas de dispositivos ópticos multi-portas utilizando moduladores distintos de fase e/ou frequência óptica instalados nos braços do interferômetro.

5            5. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS  
ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS de acordo com a reivindicação  
4, caracterizado pelo fato de ser capaz de determinar as  
características de polarização do DUT simultaneamente para os dois  
modos ortogonais de polarizações da luz, a discriminação das  
10 polarizações sendo provida por moduladores distintos de fase e/ou  
frequência óptica instalados nos braços do interferômetro.

6. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS  
ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS de acordo com a reivindicação  
2, caracterizado pelo fato de descrever a transferência de sinais  
15 ópticos entre as diversas portas do DUT através de Parâmetros "S"  
Ópticos onde cada parâmetro " $S_{xy}$ " é representado utilizando o  
formalismo de Jones (matriz de Jones) e/ou o formalismo de Müller  
(matriz de Müller) e onde todas as características ópticas do DUT  
(largura de banda passante, fase, tempo de atraso, dispersão  
20 cromática, dispersão de 2a ordem, refletância, coeficiente de reflexão,  
transmitância da porta "y" para a porta "x" e vice-versa, coeficiente de  
transmissão da porta "y" para a porta "x" e vice-versa, perda de  
inserção, perda dependente de polarização, dispersão do modo de  
polarização (DGD/PMD), DGD de 2a ordem, etc.) são determinadas a  
25 partir destes parâmetros " $S_{xy}$ ".

7. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS  
ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS de acordo com a reivindicação  
4, caracterizado pelo fato da medição dos diferentes parâmetros  
ópticos nos diferentes sentidos de propagação ser proporcionada pela  
30 disposição da circuitaria óptica interferométrica segundo diferentes  
topologias ópticas, cada topologia individual correspondendo à  
medição de um dos parâmetros "S" ópticos de interesse.

8. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de a circuitaria óptica interferométrica ser equivalente à superposição de diversas topologias ópticas individuais correspondendo à medição de diversos parâmetros "S" ópticos simultaneamente.

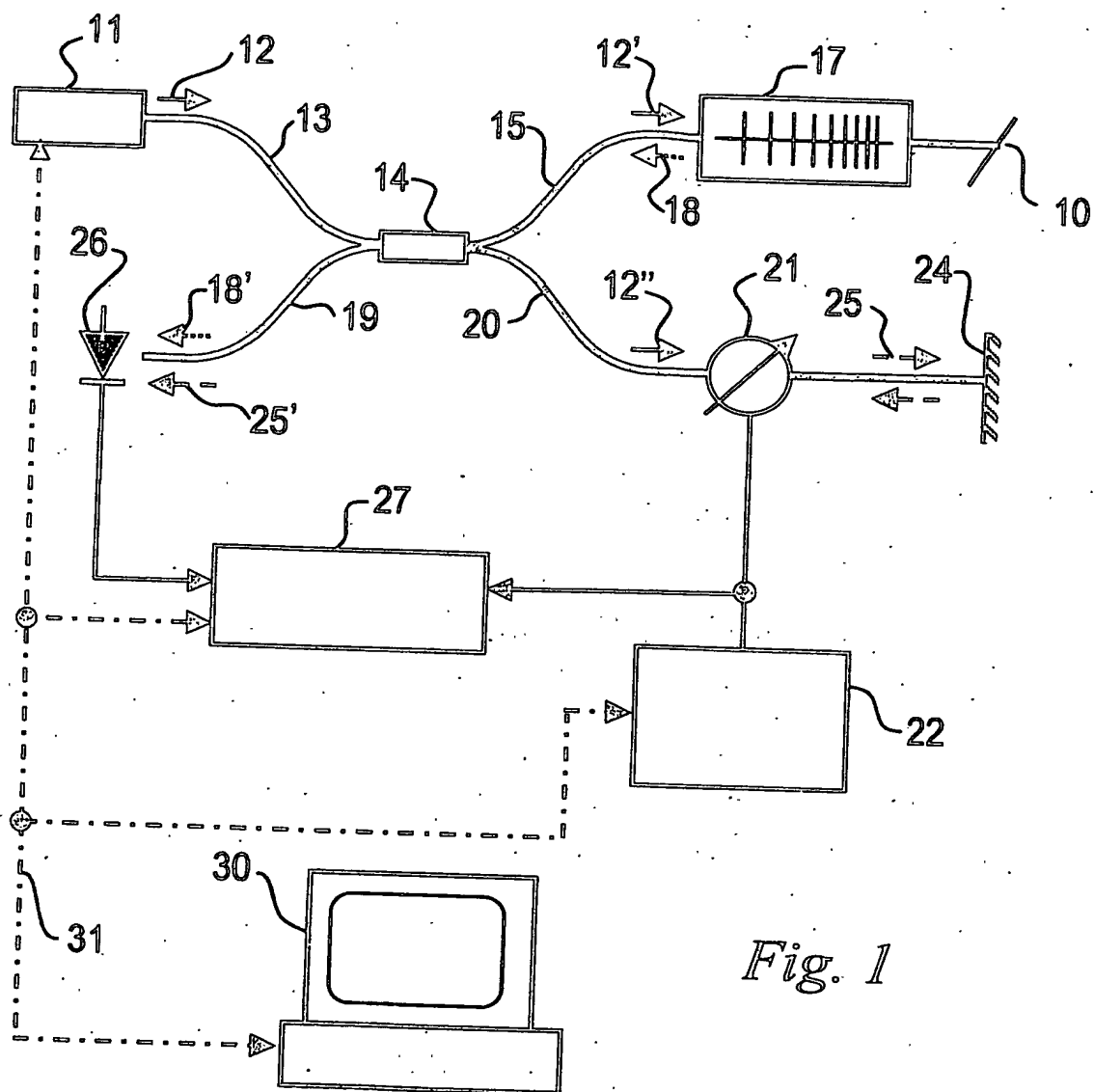
9. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de utilizar técnicas ópticas (interferometria, diversidade de polarização, modulação óptica na fase e/ou na frequência da luz, acoplamento e divisão de feixes ópticos, geração de sinal ópticos, batimento de sinais, fotodetecção etc.), técnicas usuais de eletrônica analógica e digital (geração de sinais modulantes, amplificação, filtragem analógica, filtragem digital, técnica "lock-in" analógica, técnica "lock-in" digital, processamento analógico de sinais, processamento digital de sinais, técnicas de FFT - "Fast Fourier Transform" digital, transformada de Fourier analógica, comunicação digital etc.) e softwares dedicados (softwares de aquisição de dados, análise de dados, manipulação de resultados, interface com o usuário etc.) que, unidos, permitem a determinação completa da matriz de transferência (matriz dos parâmetros "S") de um dispositivo óptico multi-portas.

10. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de a estabilização da circuitaria óptica interferométrica contra variações térmicas ou mecânicas ser provida através da utilização de um segundo interferômetro operando dentro da mesma circuitaria óptica de teste, porém funcionado em um comprimento fora da faixa de comprimentos de onda de teste, na forma usualmente conhecida como WDM - multiplexagem por comprimento de onda.

11. MEDIDOR DE PARÂMETROS ÓPTICOS de acordo com a

reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o interferômetro óptico ser construído utilizando diferentes meios físicos para propagação e condução do sinal luminoso, tais como: fibras ópticas, guias ópticos planares, espaço livre (FSO) etc..

- 5        12. MEDIDOR DE PARÂMETROS ÓPTICOS de acordo com as reivindicações 1 e 10, caracterizado pelo fato de utilizar moduladores ópticos de fase e/ou frequência nos braços do interferômetro, ditos moduladores, podendo ser construídos utilizando quaisquer tecnologias possíveis, incluindo técnicas de
- 10 mudança de índice de refração, mudanças de comprimento de propagação do sinal, efeitos acusto-ópticos em cristais, efeitos electro-ópticos etc..

*Fig. 1*

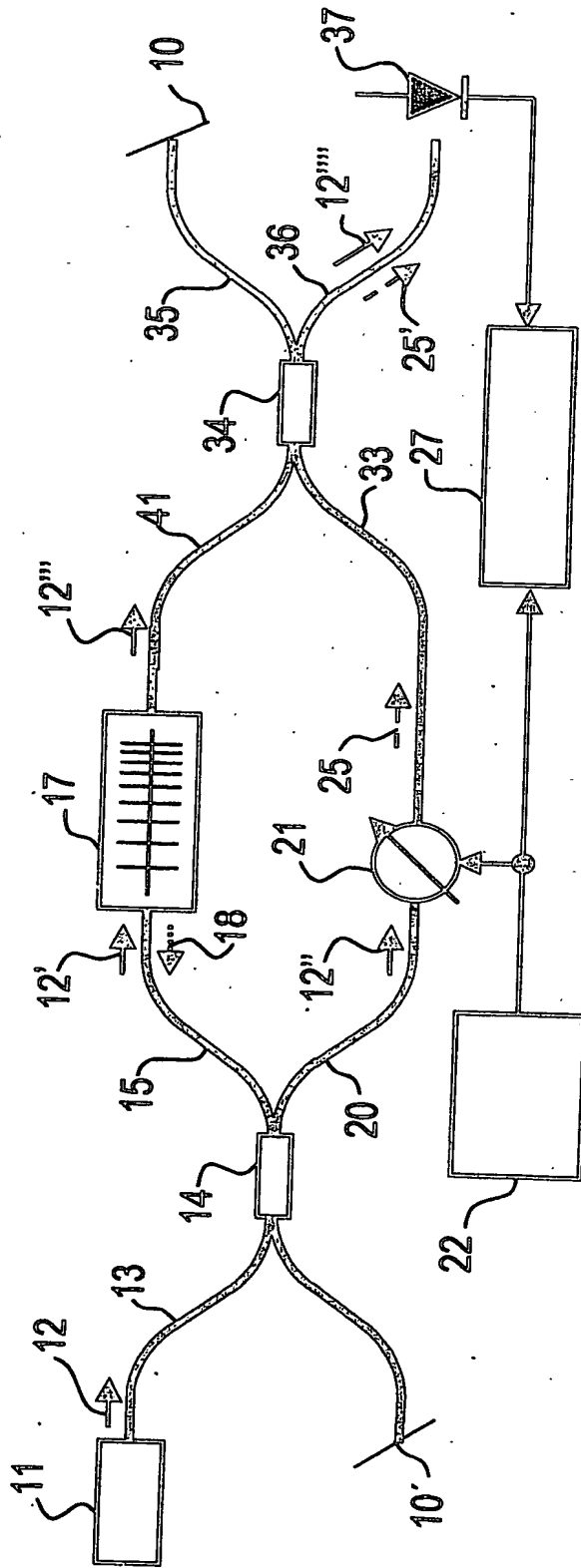
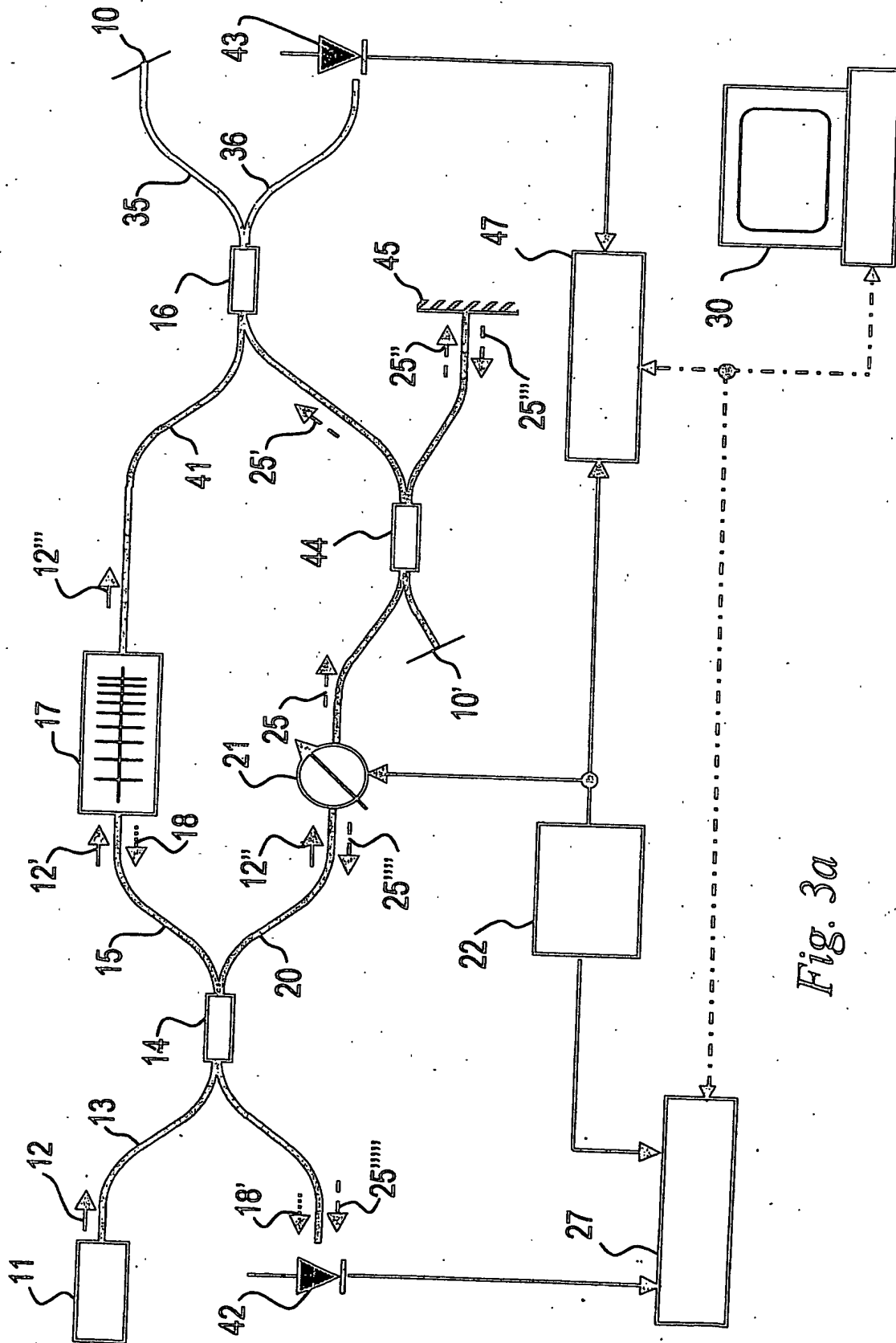


Fig. 2



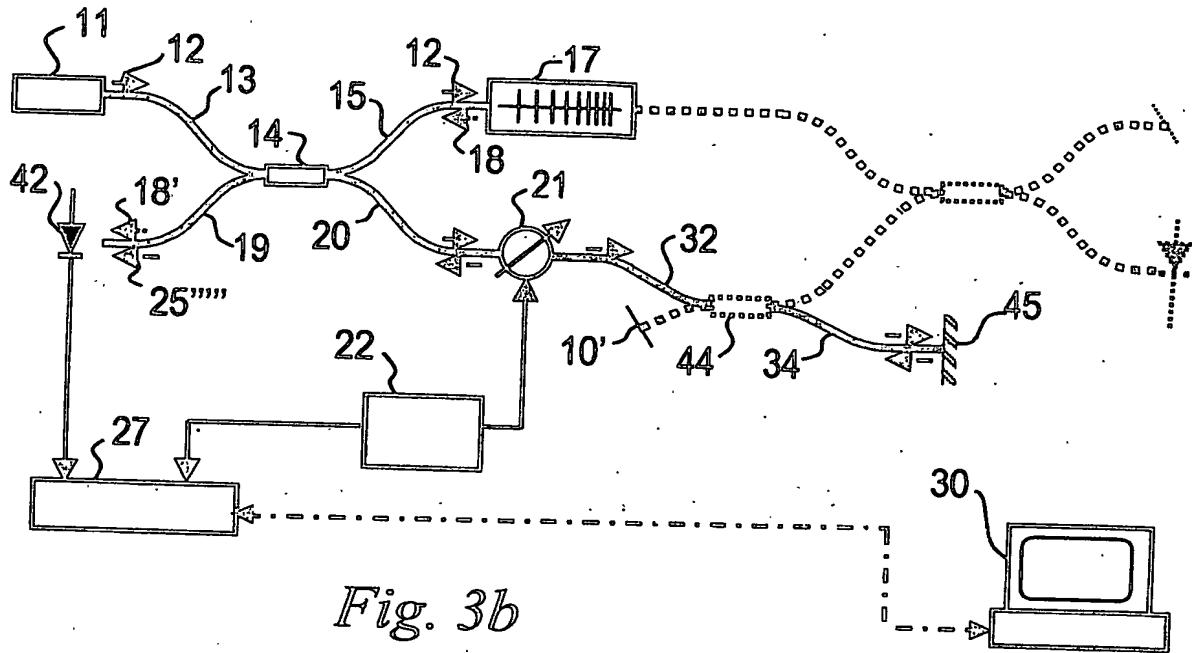


Fig. 3b

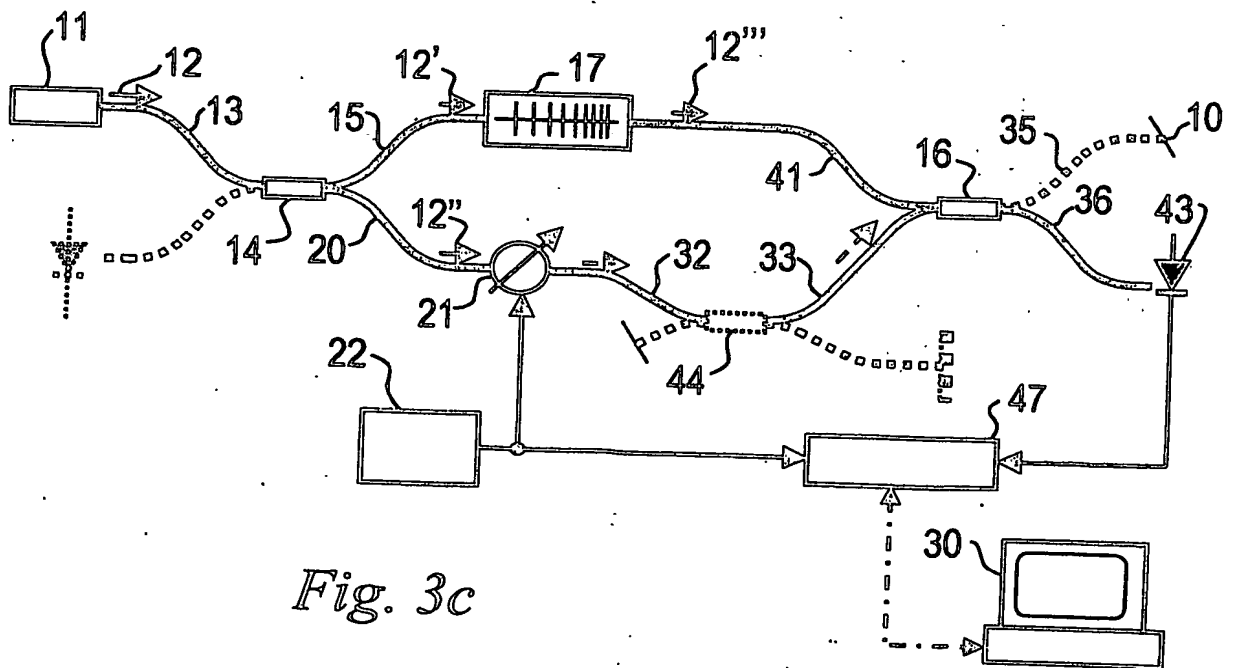
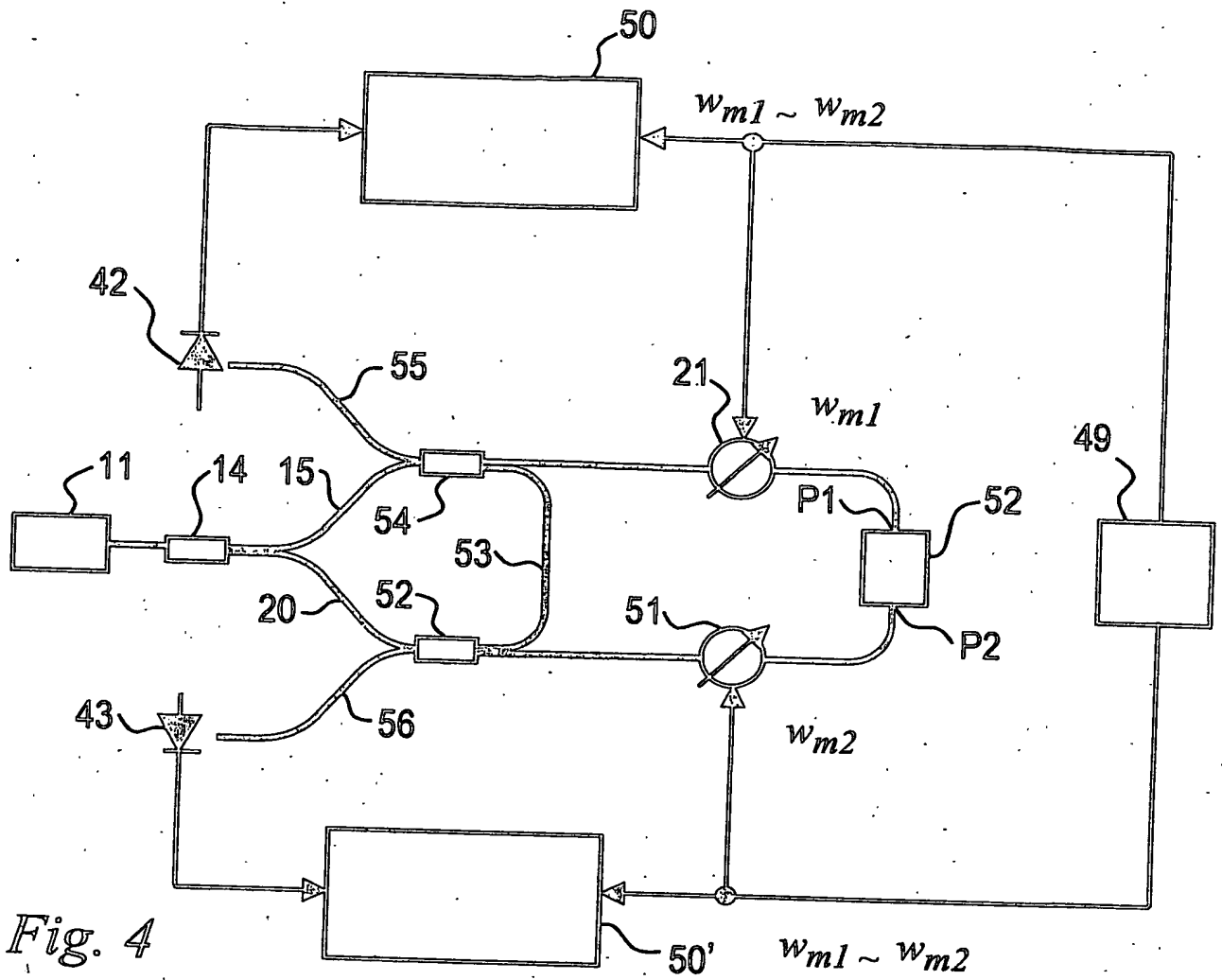
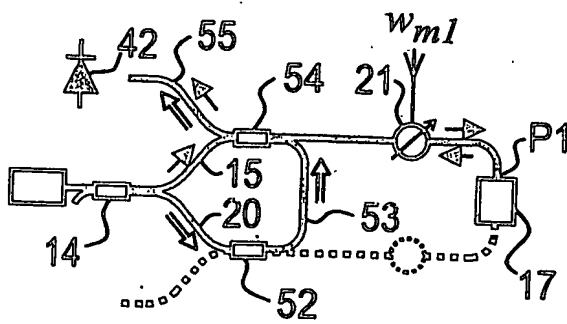


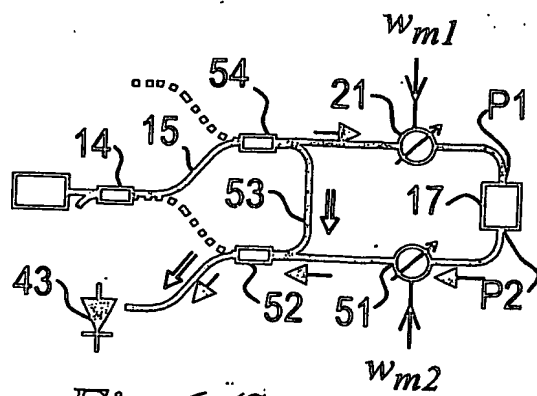
Fig. 3c



*Fig. 4*



*Fig.5 (S<sub>11</sub>)*



*Fig. 6 (S<sub>21</sub>)*



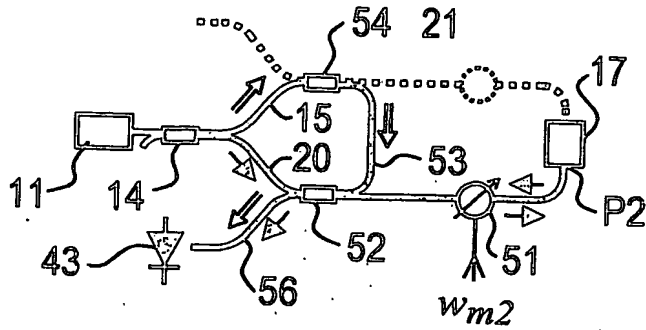
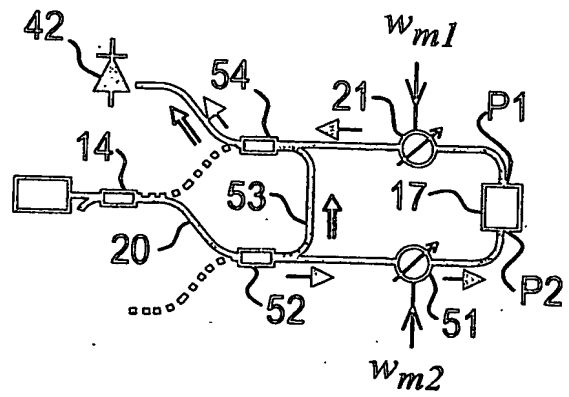
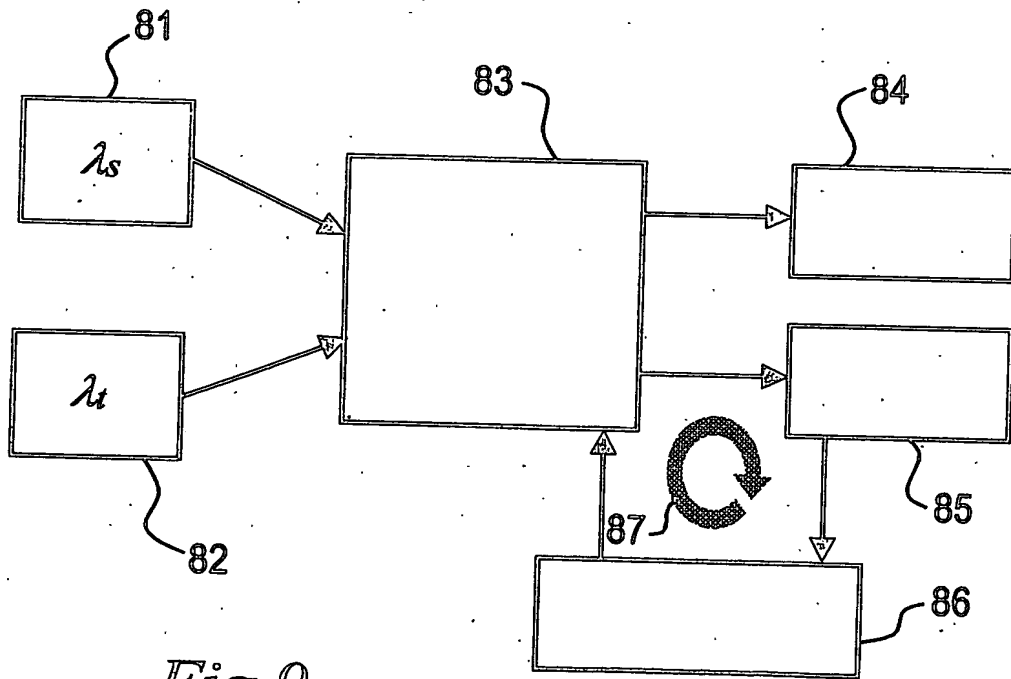
Fig. 7 (S<sub>22</sub>)Fig. 8 (S<sub>12</sub>)

Fig. 9

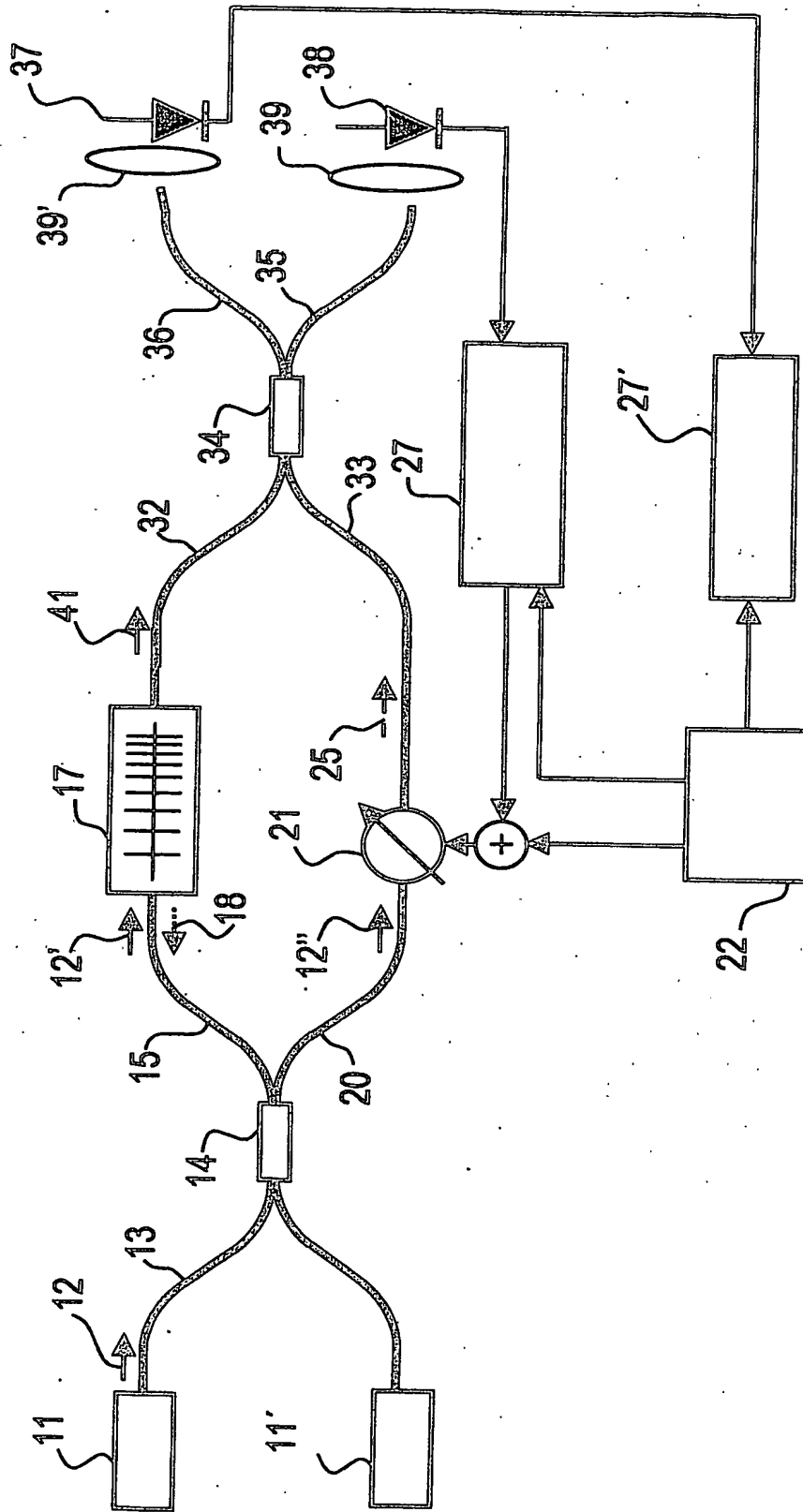


Fig. 10

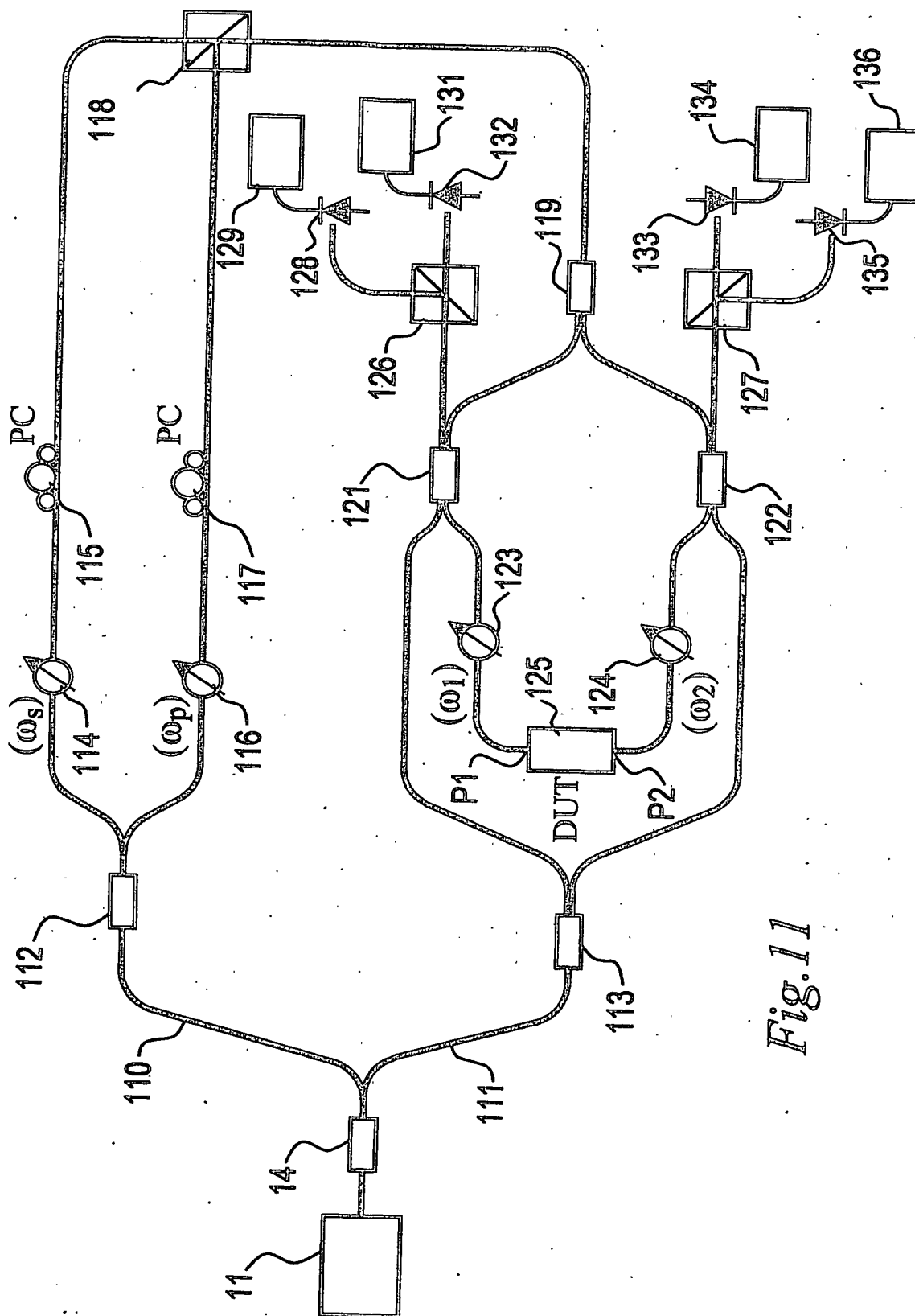


Fig. 11

## RESUMO

MEDIDOR DE PARÂMETROS ÓPTICOS E MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS ÓPTICOS DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS MULTI-PORTAS compreendendo meios de controle do processo de caracterização, uma ou mais fontes de sinal óptico de teste (fonte de laser sintonizável), circuitaria óptica contendo fibras ópticas e diversos outros componentes ópticos de modo a constituir um arranjo óptico interferométrico, conectores ópticos, interfaces optoeletrônicas, fotodetectores, circuitaria eletrônica analógica, circuitaria eletrônica digital para processamento digital de sinais e circuitaria eletrônica de aquisição de dados, no qual os sinais ópticos de teste e os sinais ópticos de referência percorrem percursos de comprimentos quaisquer, comprimentos estes que podem ser idênticos ou distintos, sendo os sinais ópticos dos braços do interferômetro modulados na fase e/ou na frequência. O invento é dotado de recursos que o tornam imune às vibrações e às variações de temperatura.

O invento descreve a transferência de sinais ópticos entre as diversas portas do dispositivo sob teste (DUT) através de Parâmetros "S" Ópticos, onde cada parâmetro " $S_{xy}$ " é representado utilizando formalismos de Jones (matriz de Jones) e/ou de Müller (matriz de Müller). A partir da matriz de parâmetros "S" são derivadas todas as características ópticas do DUT, tais como: largura de banda passante, fase, tempo de atraso, dispersão cromática, dispersão de 2ª ordem, refletância, coeficiente de reflexão, transmitância da porta "y" para a porta "x" e vice-versa, coeficiente de transmissão da porta "y" para a porta "x" e vice-versa, perda de inserção, perda dependente de polarização, dispersão do modo de polarização (DGD/PMD), DGD de 2ª ordem, etc..

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/BR05/000004

International filing date: 13 January 2005 (13.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: BR  
Number: BR-PI-0400231-8  
Filing date: 13 January 2004 (13.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 09 March 2005 (09.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**